

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Elou 6090

26. 06. 2004

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 21 JUL 2004
WIPO
PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 38 716.1

Anmeldetag: 22. August 2003

Anmelder/Inhaber: GKN Driveline Deutschland GmbH,  
63073 Offenbach/DE

Bezeichnung: Kugelfestgelenk mit gedrehten Bahnquerschnitten

IPC: F 16 D 3/22

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. Juni 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Dzierzon

BEST AVAILABLE COPY

---

Kugelfestgelenk mit gedrehten Bahnquerschnitten

---

Patentansprüche

1. Gleichlaufgelenk in Form eines Festgelenkes mit den Merkmalen:  
ein Gelenkaußenteil (12), das eine Längsachse L12 und axial zueinander entgegengesetzt liegend eine Anschlußseite und eine Öffnungsseite hat und das äußere Kugelbahnen (22<sub>1</sub>, 22<sub>2</sub>) aufweist,  
ein Gelenkinnenteil (13), das eine Längsachse L13 und Anschlußmittel für eine zur Öffnungsseite des Gelenkaußenteils (12) weisende Welle hat und das innere Kugelbahnen (23<sub>1</sub>, 23<sub>2</sub>) aufweist,  
die äußeren Kugelbahnen und die inneren Kugelbahnen bilden Bahnpaare (22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub>; 22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub>) miteinander,  
die Bahnpaare nehmen jeweils eine drehmomentübertragende Kugel (14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>) auf,  
jeweils zwei benachbarte Bahnpaare haben äußere Kugelbahnen (22<sub>1</sub>, 22<sub>2</sub>), deren Mittellinien in zueinander im wesentlichen parallelen Ebenen (E1, E2) liegen, und innere Kugelbahnen (23<sub>1</sub>, 23<sub>2</sub>), deren Mittellinien in zueinander im wesentlichen parallelen Ebenen (E1', E2') liegen,  
ein ringförmiger Kugelkäfig (16) sitzt zwischen Gelenkaußenteil (12) und Gelenkinnenteil (13) und weist umfangsverteilte Käfigfenster (17) auf, die jeweils die drehmomentübertragenden Kugeln (14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>) zweier benachbarter Bahnpaare (22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub>; 22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub>) aufnehmen,  
die Mittelpunkte K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> der Kugeln (14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>) werden beim gestreckten Gelenk vom Kugelkäfig (16) in der Gelenkmittelebene EM gehalten und bei Gelenkbeugung auf die winkelhalbierende Ebene zwischen den Längsachsen L12, L13 geführt,

die Bahnquerschnitte der äußeren Kugelbahnen ( $22_1, 22_2$ ) und der inneren Kugelbahnen ( $23_1, 23_2$ ) eines jeden Bahnpaars sind symmetrisch zu Symmetriearchsen ( $ES_1, ES_2$ ), die mit den Ebenen ( $E1, E2, E1', E2'$ ) gleich große entgegengesetzt angetragene Winkel  $\varphi_1, \varphi_2$  bilden und jeweils einen gemeinsamen Punkt ( $M, M'$ ) haben.

2. Gelenk nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Bahnquerschnitte der äußeren Kugelbahnen ( $22_1, 22_2$ ) und der inneren Kugelbahnen ( $23_1, 23_2$ ) eines jeden Bahnpaars jeweils symmetrisch zu Radialstrahlen ( $RS_1, RS_2$ ) von den Längsachsen ( $L12, L13$ ) durch die Kugelmitten  $K1, K2$  der drehmomentübertragenden Kugeln ( $14_1, 14_2$ ) des Bahnpaars sind.

3. Gelenk nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Bahnquerschnitte der äußeren Kugelbahnen ( $22_1, 22_2$ ) und der inneren Kugelbahnen ( $23_1, 23_2$ ) eines jeden Bahnpaars jeweils symmetrisch zu in der Querschnittsebene liegenden Geraden ( $PS_1, PS_2$ ) sind, die parallel zu Radialstrahlen ( $RS_1, RS_2$ ) von den Längsachsen  $L12, L13$  durch die Kugelmitten  $K1, K2$  der drehmomentübertragenden Kugeln ( $14_1, 14_2$ ) des Bahnpaars sind und die sich jeweils in einem gemeinsamen Punkt  $M'$  mit Abstand zu den Längsachsen  $L12, L13$  schneiden.

4. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Winkel  $\varphi_1, \varphi_2$  im Bereich von  $0,8 \dots 1,3 \varphi_0$  liegen, wobei  $2\varphi_0$  der Mittelpunktswinkel bei gestrecktem Gelenk zwischen Radialstrahlen (RS1, RS2) von den Längsachsen L12, L13 durch die Kugelmitten K1, K2 der Kugeln (14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>) zweier benachbarter Bahnpaare (22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub>; 22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub>) ist.

5. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Bahnmittellinien (M22) der äußeren Kugelbahnen (22<sub>1</sub>, 22<sub>2</sub>) und die Bahnmittellinien (M23) der inneren Kugelbahnen (23<sub>1</sub>, 23<sub>2</sub>) in Ebenen (E1, E2) liegen, die zueinander parallel und parallel zu den Längsachsen (L12, L13) des Gelenks sind und durch die Kugelmitten der Kugeln (14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>) zweier benachbarter Bahnpaare (22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub>; 22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub>) verlaufen.

6. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Bahnmittellinien (M22) der äußeren Kugelbahnen (22<sub>1</sub>, 22<sub>2</sub>) in ersten Ebenen (E1, E2) und die Mittellinien (M23) der inneren Kugelbahnen (23<sub>1</sub>, 23<sub>2</sub>) in zweiten Ebenen (E1', E2') verlaufen, die jeweils zueinander parallel sind und durch die Kugelmitten der Kugeln (14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>) zweier benachbarter Bahnpaare (22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub>; 22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub>) verlaufen und die jeweils vom Gelenkmittelpunkt (M) gleichen senkrechten Abstand haben, wobei sie mit den Längsachsen (L12, L13) gleich große entgegengesetzt gerichtete Kreuzungswinkel ( $\gamma_0, \gamma_0'$ ) bilden.

7. Gelenk nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Kreuzungswinkel ( $\gamma_0, \gamma_0'$ ) so gewählt sind, daß die räumlichen Steuerwinkel ( $\varepsilon_0, \varepsilon_0'$ ) der Kugelbahnen an den Kugeln ( $14_1, 14_2$ ) bei rechtsdrehender Belastung und bei linksdrehender Belastung gleich groß sind.

8. Gelenk nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß bei einem Mittelpunktwinkel  $2\varphi_0$  zwischen den Radialstrahlen (RS1, RS2) durch die Kugelmitten K1, K2 der Kugeln ( $14_1, 14_2$ ) zweier benachbarter Bahnpaare ( $22_1, 23_1; 22_2, 23_2$ ) sich der Kreuzungswinkel  $\gamma_0$  nach der Gleichung  $\gamma_0 = \varepsilon_0 \cdot \tan\varphi_0$  errechnet, damit die räumlichen Steuerwinkel bei rechtsdrehender Belastung und linksdrehender Belastung am Gelenk gleich groß sind.

9. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Öffnungswinkel ( $\alpha_1, \alpha_2$ ) zwischen den Tangenten an die Grundlinien zweier benachbarter Bahnpaare ( $22_1, 22_2; 23_1, 23_2$ ) sich bei gestrecktem Gelenk in der Gelenkmittelebene EM jeweils in die gleiche Richtung, insbesondere zur Anschlußseite des Gelenkaußenteils hin, öffnen. (Twinballgelenk)

10. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Öffnungswinkel ( $\alpha_1, \alpha_2$ ) zwischen den Tangenten an die Bahngrundlinien in der Gelenkmittelebene (EM) zweier benachbarter Bahnpaare ( $22_1, 23_1, 22_2, 23_2$ ) sich bei gestrecktem Gelenk in der Gelenkmittelebene EM in entgegengesetzter Richtung öffnen. (Gegenbahngelenk)

11. Gelenk nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet,

daß sich die Kugeln (14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>) zweier benachbarter Bahnpaare (22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub>, 22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub>) bei gestrecktem Gelenk auf verschiedenen Rollkreisradien (PCR) befinden.

12. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Bahnquerschnitte der äußeren Kugelbahnen (22) und der inneren Kugelbahnen (23) durch Parabel- oder Ellipsenabschnitte oder durch Spitzbögen (gotische Bögen) gebildet werden, die jeweils mit den Kugeln in zwei Punkten Kontakt erzeugen.

13. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Bahnquerschnitte der äußeren Kugelbahnen (22) und der inneren Kugelbahnen (23) durch Kreisabschnitte gebildet werden, deren Krümmungsmittelpunkte mit Abstand zueinander auf dem jeweiligen Radialstrahl (RS1, RS2) bzw. der jeweiligen dazu parallelen Geraden (PS1, PS2) liegen und deren Krümmungsradius größer als der Kugelradius ist und die mit den Kugeln (14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>) jeweils Kontakt in einem Punkt erzeugen.

## Kugelfestgelenk mit gedrehten Bahnquerschnitten

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft Gleichlaufgelenke in Form von Festgelenken mit den Merkmalen:

ein Gelenkaußenteil, das eine Längsachse L12 und axial zueinander entgegengesetzt liegend eine Anschlußseite und eine Öffnungsseite hat und das äußere Kugelbahnen aufweist,

ein Gelenkinnenteil, das eine Längsachse L13 und Anschlußmittel für eine zur Öffnungsseite des Gelenkaußenteils weisende Welle hat und das innere Kugelbahnen aufweist,

die äußeren Kugelbahnen und die inneren Kugelbahnen bilden Bahnpaare miteinander,

die Bahnpaare nehmen jeweils eine drehmomentübertragende Kugel auf,

jeweils zwei benachbarte Bahnpaare haben äußere Kugelbahnen, deren Mittellinien in zueinander im wesentlichen parallelen Ebenen E1, E2 liegen, und innere Kugelbahnen deren Mittellinien in zueinander im wesentlichen parallelen Ebenen E1', E2' liegen,

ein ringförmiger Kugelkäfig sitzt zwischen Gelenkaußenteil und Gelenkinnenteil und weist umfangsverteilte Käfigfenster auf, die jeweils die drehmomentübertragenden Kugeln zweier benachbarter Bahnpaare aufnehmen,

die Mittelpunkte K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> der Kugeln werden vom Kugelkäfig beim gestreckten Gelenk in der Gelenkmittelebene EM gehalten und bei Gelenkbeugung auf die winkelhalbierende Ebene zwischen den Längsachsen L12, L13 geführt.

Gelenke dieser Art sind beispielsweise aus der DE 44 40 295 C1 bekannt. Bei diesen Gelenken kann Drehmoment jeweils nur von der Hälfte der Kugeln in jeder Drehmomentrichtung übertragen werden.

5 Gelenke ähnlicher Art sind weiterhin aus der DE 100 33 491 A1 bekannt. Hierbei sind die äußeren Kugelbahnen und inneren Kugelbahnen im Querschnitt durch Kreisbögen definiert, wobei die jeweilige Symmetriearchse der Kugelbahnquerschnitte in den Ebenen liegt, die die Bahnmittellinien enthalten. Dies führt unter Drehmoment abhängig von der Drehmomentrichtung zu ungünstigen Belastungsverhältnissen an den 10 Bahnkanten.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Gelenke der genannten Art vorzuschlagen, die unter Drehmomentbelastung möglichst günstige Belastungsverhältnisse unabhängig von der Drehmomentübertragungsrichtung aufweisen.

15 Die Lösung hierfür liegt in Gelenken der genannten Art, bei denen die Bahnquerschnitte der äußeren Kugelbahnen und der inneren Kugelbahnen eines jeden Bahnpaars symmetrisch zu Symmetriearchsen  $ES_1$ ,  $ES_2$ , die mit Ebenen  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_1'$ ,  $E_2'$  gleich große entgegengesetzt angetragene Winkel  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  bilden und jeweils einen gemeinsamen Punkt  $M$ ,  $M'$  haben. Hierbei ist vorgesehen, daß die Winkel  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  im Bereich von  $0,8 \dots 1,3 \varphi_0$  liegen, wobei  $2\varphi_0$  der Mittelpunktwinkel beim gestreckten Gelenk zwischen Radialstrahlen  $RS_1$ ,  $RS_2$  durch die Kugelmitten  $K_1$ ,  $K_2$  der Kugeln 20 zweier benachbarter Bahnpaare ist. Die Bedeutung dieser Angabe läßt sich wie folgt näher erklären. Wenn  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  gleich  $\varphi_0$  sind, ergibt es sich, daß die Bahnquerschnitte 25 der äußeren Kugelbahnen und der inneren Kugelbahnen eines jeden Bahnpaars jeweils symmetrisch zu Radialstrahlen  $RS_1$ ,  $RS_2$  von den Längsachsen durch die Kugelmitten  $K_1$ ,  $K_2$  der drehmomentübertragenden Kugeln des Bahnpaars sind; wenn  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  ungleich  $\varphi_0$  sind, ergibt es sich, daß die Bahnquerschnitte der äußeren Kugelbahnen und der inneren Kugelbahnen eines jeden Bahnpaars jeweils symme- 30 trisch zu in der Querschnittsebene liegenden Geraden  $PS_1$ ,  $PS_2$  sind, die parallel zu den Radialstrahlen  $RS_1$ ,  $RS_2$  sind und die sich jeweils in einem gemeinsamen Punkt  $M'$  mit Abstand zu den Längsachsen  $L_{12}$ ,  $L_{13}$  schneiden.

Hiermit wird bei Festgelenken, deren Kugeln in paarweise in im wesentlichen parallelen Ebenen  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_1'$ ,  $E_2'$  verlaufenden Kugelbahnen geführt werden, wobei zur Erhöhung der Drehmomentbelastbarkeit jeweils zwei Kugeln in einem Käfigfenster aufgenommen werden, eine verbesserte Krafteinleitung in die Kugelbahnen sichergestellt, die unabhängig von der Drehmomentrichtung im wesentlichen gleiche Verhältnisse garantiert. Dies ist durch die symmetrische Ausgestaltung der Bahnquerschnitte jedes Bahnpaares relativ zu den Radialstrahlen  $RS_1$ ,  $RS_2$  von der Längsachse  $L_{12}$ ,  $L_{13}$  durch die Kugelmitten  $K_1$ ,  $K_2$  bzw. relativ zu solchen Radialstrahlen parallelen Geraden  $PS_1$ ,  $PS_2$  sichergestellt. Hierbei sind geringe Abweichungen von der strengen Symmetrie im Verhältnis zu den einzelnen Radialstrahlen  $RS_1$ ,  $RS_2$  zulässig und gegebenenfalls vorteilhaft, insbesondere dann, wenn die Kugelbahnen mit Werkzeugen gefertigt werden, deren Bewegungsablauf auf definierten Ebenen verlaufen soll, wobei die Werkzeugachsen bevorzugt in sich parallel gehalten werden.

15

Nach einer ersten grundlegenden Ausgestaltungsform ist vorgesehen, daß die Bahnmittellinien  $M_{22}$  der äußeren Kugelbahnen und die Bahnmittellinien  $M_{23}$  der inneren Kugelbahnen in Ebenen  $E_1$ ,  $E_2$  liegen, die zueinander parallel und parallel zu den Längsachsen  $L_{12}$ ,  $L_{13}$  des Gelenks und durch die Kugelmitten der Kugeln zweier benachbarter Bahnpaare verlaufen.

Hierbei wird vorgeschlagen, daß das Gelenk als Twinballgelenk ausgeführt ist, wobei die Öffnungswinkel  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  zwischen den Tangenten an die Grundlinien zweier benachbarter Bahnpaare sich bei gestrecktem Gelenk in der Gelenkmittelebene  $EM$  jeweils in die gleiche Richtung, insbesondere zur Anschlußseite des Gelenkaußenteils hin, öffnen.

Nach einer zweiten grundlegenden Ausführungsform wird vorgeschlagen, daß das Gelenk als Gegenbahngelenk ausgeführt ist, wobei die Öffnungswinkel  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  zwischen den Tangenten an die Bahngrundlinien in der Gelenkmittelebene  $EM$  zweier benachbarter Bahnpaare sich bei gestrecktem Gelenk in der Gelenkmittelebene  $EM$  in entgegengesetzter Richtung öffnen. Hierbei wird insbesondere vorgeschlagen, daß sich die Kugeln zweier benachbarter Bahnpaare bei gestrecktem Gelenk auf

verschiedenen Rollkreisradien PCR befinden.

Nach einer hierzu alternativen weiteren grundlegenden Ausgestaltungsform ist vorgesehen, daß die Bahnmittellinien  $M_{22_1}$ ,  $M_{22_2}$  der äußeren Kugelbahnen in ersten Ebenen  $E_1$ ,  $E_2$  verlaufen, die jeweils zueinander parallel und durch die Kugelmitten der Kugeln zweier benachbarter Bahnpaare verlaufen und die vom Gelenkmittelpunkt  $M$  gleichen senkrechten Abstand haben, wobei sie mit Parallelen zu den Längsachsen  $L_{12}$ ,  $L_{13}$  Kreuzungswinkel  $\gamma_0$  bilden, und daß die Bahnmittellinien  $M_{23_1}$ ,  $M_{23_2}$  der inneren Kugelbahnen in zweiten Ebenen  $E_1'$ ,  $E_2'$  verlaufen, die jeweils zueinander parallel und durch die Kugelmitten der Kugeln zweier benachbarter Bahnpaare verlaufen und die vom Gelenkmittelpunkt  $M$  gleichen senkrechten Abstand haben, wobei sie mit Parallelen zu den Längsachsen  $L_{12}$ ,  $L_{13}$  Kreuzungswinkel  $\gamma_0'$  bilden. Die Winkel  $\gamma_0$  und  $\gamma_0'$  sind gleich groß und entgegengesetzt gerichtet, so daß sich ein Kreuzungswinkel  $\gamma_0 + \gamma_0'$  zwischen den Ebenen  $E_1$ ,  $E_2$  der äußeren Bahnen und den Ebenen  $E_1'$ ,  $E_2'$  der inneren Bahnen ergibt.

Im Gegensatz zu der eingangs genannten Ausgestaltungsform, bei der sich die räumlichen Steuerwinkel an den Kugeln abhängig von der Richtung der Drehmomenteinleitung geringfügig verändert, ist es mit der vorstehenden Ausgestaltungsform möglich, die Abhängigkeit der räumlichen Steuerwinkel  $\varepsilon_0$ ,  $\varepsilon_0'$  an den Kugeln von der Drehmomentübertragungsrichtung auszugleichen. Hierfür wird insbesondere vorgesehen, daß die Kreuzungswinkel  $\gamma_0$ ,  $\gamma_0'$  so gewählt sind, daß die räumlichen Steuerwinkel der Kugelbahnen an den Kugeln bei rechtsdrehendem Drehmoment  $K_{r0}$  und bei linksdrehendem Drehmoment  $K_{l0}$  gleich groß sind.

Hierbei ist weiterhin vorgesehen, daß bei einem Mittelpunktswinkel  $2\varphi_0$  zwischen den Radialstrahlen  $RS_1$ ,  $RS_2$  durch die Kugelmitten der Kugeln zweier benachbarter Bahnpaare sich der Kreuzungswinkel  $\gamma_0$  nach der Gleichung  $\gamma_0 = \varepsilon_0 \cdot \tan\varphi_0$  errechnet, damit die räumlichen Steuerwinkel bei rechtsdrehendem Drehmoment und linksdrehendem Drehmoment am Gelenk gleich groß sind.

Wenn die Bahnmittellinien in den achsparallelen Ebenen  $E_1$ ,  $E_2$  liegen, ergeben sich aufgrund der Tatsache, daß die Kontaktwinkel  $\delta$  für rechtsgerichtetes und linksge-

richtetes Drehmoment symmetrisch zum Radialstrahl RS liegen, unterschiedliche räumliche Steuerwinkel für rechtsdrehendes und linksdrehendes Moment. Die räumlichen Steuerwinkel für die rechtsdrehende Belastung bzw. die linksdrehende Belastung sind

5

$$Kr_0 = \varepsilon_0 \cdot \cos(\delta + \varphi)$$

$$Kl_0 = \varepsilon_0 \cdot \cos(\delta - \varphi_0)$$

Sie sind wegen des  $+/-\varphi_0$  Einflusses deutlich unterschiedlich.

10

Durch eine Drehung der Ebenen E1, E2 um eine Hochachse um den Kreuzungswinkel  $\gamma_0$  kann erreicht werden, daß die räumlichen Steuerwinkel  $Kr_0 = Kl_0$  gleich werden. Dies ist erfüllt für die Bedingung  $\gamma_0 = \varepsilon_0 \cdot \tan\varphi_0$ .

15

In einer ersten Ausgestaltungsform der Bahnquerschnitte ist vorgesehen, daß die Bahnquerschnitte der äußeren Kugelbahnen und der inneren Kugelbahnen durch Parabel- oder Ellipsenabschnitte oder durch Spitzbögen (gotische Bögen) gebildet werden, die jeweils mit den Kugeln in zwei Punkten Kontakt erzeugen.

20

In einer zweiten Ausgestaltungsform der Bahnquerschnitte ist vorgesehen, daß die Bahnquerschnitte der äußeren Kugelbahnen und der inneren Kugelbahnen durch Kreisabschnitte gebildet werden, deren Krümmungsmittelpunkte mit Abstand zueinander auf dem jeweiligen Radialstrahl RS1, RS2 bzw. der jeweiligen dazu parallelen Geraden PS1, PS2 liegen und deren Krümmungsradius größer als der Kugelradius ist und die mit den Kugeln jeweils Kontakt in nur einem Punkt erzeugen, der bei Drehmomentfreiheit im Bahngrund liegt.

25

Figur 1 zeigt an einem erfindungsgemäß Gelenk die erfindungsgemäß Merkmale

30

a) im halben Querschnitt gemäß der Schnittlinie C-C aus Figur 1b

b) im versetzten Längsschnitt gemäß der Schnittlinie B-B aus Figur 1a;

Figur 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Gelenk als Twinballgelenk

5 a) in Axialansicht  
b) im Längsschnitt gemäß den Schnittebenen A-A, B-B aus Figur 2a;

10 Figur 3 zeigt ein erfindungsgemäßes Gelenk als Gegenbahngelenk

15 a) im Querschnitt durch die Mittelebene EM  
b) im Längsschnitt gemäß der Schnittebene A-A nach Figur 3a  
c) im Querschnitt gemäß der Schnittebene B-B nach Figur 3a;

20 Figur 4 zeigt ein erfindungsgemäßes Gelenk als Gegenbahngelenk in einer alternati-  
ven Ausführung

25 a) im Querschnitt durch die Mittelebene EM  
b) in einem Längsschnitt gemäß der Schnittlinie A-A aus Figur 4a;

30 Figur 5 zeigt einen Teilquerschnitt durch ein erfindungsgemäßes Gelenk in einer er-  
sten Ausführung des Kugelbahnquerschnitts gemäß der Schnittlinie C-C aus  
Figur 1b;

35 Figur 6 zeigt einen Teilquerschnitt durch ein erfindungsgemäßes Gelenk in einer  
zweiten Ausführung des Kugelbahnquerschnitts gemäß der Schnittlinie C-C  
aus Figur 1b;

40 Figur 7 zeigt das Gelenk nach Figur 1 in abgewandelter Darstellungsform

45 a) im halben Querschnitt gemäß der Schnittlinie C-C aus Figur 2b  
b) im versetzten Längsschnitt gemäß der Schnittlinie B-B aus Figur 2a;

50 Figur 8 zeigt einen Teilquerschnitt durch ein erfindungsgemäßes Gelenk unter Be-  
zugnahme auf Figur 7;

55 Figur 9 zeigt Winkelverhältnisse nach dem Gelenk gemäß Figur 8 in überhöhter Dar-  
stellung.

60 Die beiden Darstellungen der Figur 1 werden nachstehend gemeinsam beschrieben.  
In Figur 1 ist ein Gleichlauffestgelenk 11 gezeigt, das ein Gelenkaußenteil 12, ein

Gelenkinnenteil 13, drehmomentübertragende Kugeln 14 und einen Kugelkäfig 16 umfaßt. Jeweils zwei Kugeln 14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub> sind in einem gemeinsamen Käfigfenster 17 des Kugelkäfigs aufgenommen. Die Kugeln sind in äußeren Kugelbahnen 22<sub>1</sub>, 22<sub>2</sub> und inneren Kugelbahnen 23<sub>1</sub>, 23<sub>2</sub> gehalten, wobei die Kugelbahnen benachbarter Kugeln 14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>, Bahnpaare 22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub>; 22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub> bilden. Mit RS1 und RS2 sind Radialstrahlen von den Längsachsen L12, L13 durch die Mittelpunkte K1, K2 der Kugeln 14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub> eingezeichnet. Mit S1 und S2 sind Schnittlinien von Ebenen E1, E2, E1', E2', in denen die Mittellinien der Kugelbahnen liegen, mit der Schnittebene C-C, die an nähernd als Querschnittsebene durch das Gelenk angesehen werden kann, eingezeichnet. In diesen Ebenen E1, E2, E1', E2' liegen die Mittellinien der Kugelbahnen. Diese können als zu den Längsachsen L12, L13 parallele Ebenen oder als mit den Längsachsen L12, L13 einen Kreuzungswinkel bildende, zueinander paarweise parallele Ebenen ausgeführt sein. Die Kugelbahnen sind jeweils symmetrisch zu Symmetriearchsen ES1, ES2, die mit Radialebenen R1, R2 gleich große entgegengesetzte Winkel  $\varphi_{01}$ ,  $\varphi_{02}$  bilden und die im vorliegenden Fall mit den Radialstrahlen RS1, RS2 übereinstimmen.

Mit  $\varphi_{01}$ ,  $\varphi_{02}$  ist jeweils der halbe Mittelpunktwinkel zwischen den Radialstrahlen RS1, RS2 durch die Mittelpunkte der Kugeln 14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub> bezogen auf die Längsachsen L12, L13 bzw. der halbe Öffnungswinkel zwischen den zwei Radialstrahlen RS1, RS2 eingezeichnet.

Ohne daß die Gestaltung der Kugelbahnen hier näher erkennbar wäre, soll diese so sein, daß bei rechtsdrehendem Moment auf das Gelenkinnenteil das Kräftepaar FR unter einem Winkel  $\delta$  bezogen auf den Radialstrahl RS an der Kugel angreift und bei linksdrehendem Moment auf das Gelenkinnenteil das Kräftepaar FL unter dem gleich großen Winkel  $\delta$  bezogen auf den Radialstrahl RS an der Kugel angreift. Der Angriffspunkt der Kräfte FR, FL stellt dabei die Kontaktpunkte der Kugelbahnen mit der Kugel unter Drehmoment dar.

30

In Figur 1b sind zudem Kugelbahnen 22<sub>2</sub>, 22<sub>3</sub> mit Bahnmittellinien M22, M23 eingezeichnet, sowie die Tangenten T22, T23 an die Kugelbahngeschäfte in der Ebene C-C.

Parallel zu diesen Tangenten T<sub>22</sub>, T<sub>23</sub> an die Bahngrundlinien laufen Tangenten T<sub>22'</sub>, T<sub>23'</sub> an die Bahnmittellinien M<sub>22</sub>, M<sub>23</sub>, die parallel zu den Tangenten T<sub>22</sub>, T<sub>23</sub> verlaufen und die in Ebenen liegen, die nach obenstehendem parallel zu den Längs-  
5 achsen L<sub>12</sub>, L<sub>13</sub> oder jeweils unter einem Winkel zu den Längsachsen L<sub>12</sub>, L<sub>13</sub> lie-  
gen können.

Die Tangenten T<sub>22'</sub>, T<sub>23'</sub> an die Bahnmittellinien M<sub>22</sub>, M<sub>23</sub> bilden jeweils Bahnwin-  
kel  $\varepsilon_0$  mit einer Parallelen L' zu den Längsachsen L<sub>12</sub>, L<sub>13</sub>, wobei die diese Bahn-  
10 winkel bildenden Tangenten T<sub>22'</sub>, T<sub>23'</sub> im erstgenannten Fall in der Zeichnungsebe-  
ne liegen und im speziellen Fall gegenüber der Darstellungsebene unter den Winkeln  
φ<sub>0</sub>, φ<sub>0'</sub> verschränkt sind.

Die Figuren 2a und 2b werden nachstehend gemeinsam beschrieben. Es ist ein er-  
15 findungsgemäßes Gelenk als Twinballgelenk gezeigt, wobei gleiche Einzelheiten mit  
gleichen Bezugsziffern wie in Figur 1 belegt sind. Auf die dortige Beschreibung wird  
insoweit Bezug genommen. Hierbei ist erkennbar, daß die Kugelbahnen 22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub> und  
22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub> zweier benachbarter, in einem gemeinsamen Käfigfenster 17 gehaltener  
20 Kugeln 14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub> gemäß den Schnittebenen A-A und B-B übereinstimmend gestaltet  
sind. Der hierbei erkennbare übereinstimmende Bahnverlauf gilt für alle Kugelbahnen  
des Gelenks. Gelenke dieser Art werden von der Anmelderin als Twinballgelenke  
bezeichnet. Im dargestellten Maßstab sind die Einzelheiten der Bahnquerschnitte  
nicht im einzelnen erkennbar.

25 Die einzelnen Darstellungen der Figur 3 werden nachstehend gemeinsam beschrie-  
ben. Es ist ein erfindungsgemäßes Gelenk als Gegenbahngelenk gezeigt. Gleiche  
Einzelheiten sind mit gleichen Bezugsziffern wie in Figur 1 belegt. Auf die Beschrei-  
bung wird insoweit Bezug genommen. Wie anhand der verschiedenen Schnitte zu  
erkennen ist, weisen die Kugelbahnen 22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub> von ersten Kugeln 14<sub>1</sub>, die mit zwei-  
30 ten Kugeln 14<sub>2</sub> in einem gemeinsamen Käfigfenster 17 gehalten werden, einen er-  
sten Öffnungswinkel  $\alpha_1$  zur Gelenköffnung und die zweiten Kugelbahnen 22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub>  
dieser zweiten Kugeln 14<sub>2</sub>, die mit den ersten Kugeln 14<sub>1</sub> in einem gemeinsamen  
Käfigfenster gehalten sind, einen zweiten Öffnungswinkel  $\alpha_2$  auf, der zum Gelenkbo-

den hin geöffnet ist.

Die hier für die Kugelbahnen eines Bahnpaars gezeigten Verhältnisse gelten entsprechend für alle Bahnpaare jeweils zweier benachbarter Kugeln, die in einem gemeinsamen Käfigfenster gehalten sind. Hierbei wechseln sich erste Bahnpaare und zweite Bahnpaare über dem Umfang abwechseln. Gelenke der hiermit bezeichneten Art werden von der Anmelderin als Gegenbahngelenke bezeichnet.

Die Darstellungen der Figur 4 werden nachstehend gemeinsam beschrieben. Bezuglich der in Figur 4 dargestellten Einzelheiten wird auf die Beschreibung der Figur 1 Bezug genommen. In Figur 4a ist eine Schnittlinie A-A eingezeichnet, die durch zwei Kugelmitten K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> der Kugeln 14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub> zweier benachbarter Bahnpaare verläuft und parallel zu den Längsachsen L<sub>12</sub>, L<sub>13</sub> verläuft. In Figur 4b ist erkennbar, daß die Mittellinien M<sub>22</sub> der äußeren Kugelbahnen 22<sub>1</sub>, 22<sub>2</sub> in Ebenen E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> liegen, die mit der Längsachse L<sub>12</sub> einen Winkel  $\gamma_0$  bilden, während die Mittellinien M<sub>23</sub> der inneren Kugelbahnen (23<sub>1</sub>, 23<sub>2</sub>) in zueinander parallelen Ebenen E<sub>1'</sub>, E<sub>2'</sub> liegen, die mit der Längsachse L<sub>13</sub> einen gleich großen, entgegengesetzt angetragenen Winkel  $\gamma_0'$  bilden.

In Figur 5 sind zwei benachbarte Bahnpaare 22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub>; 22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub> von zwei in einem Käfigfenster 17 gehaltenen Kugeln 14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub> im Querschnitt gezeigt. Die Querschnittsform der Kugelbahnen ist jeweils symmetrisch zu den Radialstrahlen RS<sub>1</sub>, RS<sub>2</sub>, die mit den Bahnquerschnittssymmetriearchsen ES<sub>1</sub>, ES<sub>2</sub> identisch sind. Die Kugelbahnmittellinien liegen in den Ebenen E<sub>1</sub> und E<sub>2</sub>, die parallel zu Radialebenen R<sub>1</sub> sind. Die Querschnittsform jeder Kugelbahn kann parabelartig oder gotisch (aus zwei Kreisbögen mit versetzten Mittelpunkten zusammengesetzt) sein, wobei in jeder der Kugelbahnen Zweipunktkontakt entsteht. Unabhängig von der Gelenkbeugestellung wird ein vorteilhafter Kraftangriffswinkel der vorher genannten Kräftepaare FR sichergestellt, der sich während der Gelenkbeugung im wesentlichen nicht ändert, so daß kein Auswandern der Kugeln zu den Bahnkanten hin stattfindet.

In Figur 6 sind zwei benachbarte Bahnpaare 22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub>; 22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub> von zwei in einem Käfigfenster 17 gehaltenen Kugeln 14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub> im Querschnitt gezeigt. Die Kugelbahnen

der Bahnpaare  $22_1, 23_1; 22_2, 23_2$  sind auch hier symmetrisch zu den Radialstrahlen RS1, RS2, die mit den Bahnquerschnittssymmetrieachsen ES1, ES2 identisch sind. Die Kugelbahnmittellinien liegen in den Ebenen E1, E2, die parallel zu Radialebenen R1 sind. Die Querschnitte der Kugelbahnen jedes Bahnpaars werden aus Kreisbögen gebildet, deren Mittelpunkte M1a, M1i; M2a, M2i auf dem jeweiligen Radialstrahl RS1, RS2 liegen, wobei die Radien Ra, Ri deutlich größer als der Kugelradius sind. Hierdurch entsteht bei Drehmomentfreiheit Kontakt der Kugeln 14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub> mit den Kugelbahnen 22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub>, 22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub> jeweils im Bahngrund.

10 Die Darstellungen der Figur 7 werden nachstehend gemeinsam beschrieben. Gleiche Einzelheiten sind mit gleichen Bezugsziffern wie in Figur 1 belegt. Auf die vorangehende Beschreibung wird insoweit Bezug genommen.

15 In Figur 7a ist der Rollkreisradius PCR nach seinen zwei Komponenten PCR<sub>x</sub> und PCR<sub>y</sub> bezüglich der Achsen x senkrecht zur Schnittebene B-B und y parallel zu Schnittebene B-B zerlegt.

20 In Figur 7b ist die Bewegung der Kugel 14<sub>2</sub> bei einer Abbeugung des Gelenkinnen- teils 13 gegenüber dem Gelenkaußenteil 12 nach links um einen Winkel  $\beta$  gezeigt, wobei sich die Kugel in Bezug auf den Mittelpunkt M um einen Winkel  $\beta/2$  gegenüber dem Gelenkaußenteil 12 verschiebt. Hierbei sind die Rollkreisradien PCR<sub>y(0)</sub> bei gestrecktem Gelenk und PCR<sub>y( $\beta/2$ )</sub> bei um den Winkel  $\beta$  gebeugtem Gelenk gezeigt.

25 Aufgrund des Bahnverlaufes ist PCR<sub>y( $\beta/2$ )</sub> größer als PCR<sub>y(0)</sub>.

25 Für das nicht gebeugte Gelenk ergibt sich damit

$$PCR_0 = \sqrt{(PCR_{x0}^2 + PCR_{y0}^2)}$$

30 und ein Teilungswinkel  $\varphi_0$ , wobei sich der Teilungswinkel  $\varphi$  berechnet aus

$$\tan\varphi_0 = PCR_{x0}/PCR_{y0}$$

und für das gebeugte Gelenk entsprechend

$$PCR = \sqrt{(PCR_x^2 + PCR_y^2)}$$

und ein Teilungswinkel  $\varphi$ , wobei sich der Teilungswinkel  $\varphi$  berechnet aus

5

$$\tan\varphi = PCR_x/PCR_y.$$

Da sich längs der Kugelbahnen PCR und  $\varphi$  nur geringfügig ändern, haben auch Bahnen, die mit einem konstanten Winkel  $\varphi_k$  gegenüber den Längsebenen durch die 10 Radialstrahlen  $R_1$  gefertigt werden, die erfindungsgemäß vorteilhafte Krafteinleitung in die Kugelbahnen.



Je nach Drehstellung des Gelenkes und abhängig vom Beugewinkel befindet sich die 15 Kugel längs der Kugelbahn an anderen Stellungen. Unter der Voraussetzung, daß die Kugelbahnen in zueinander parallelen und zu den Längsachse  $L_{12}$ ,  $L_{13}$  parallelen Ebenen liegen, ist  $PCR_x$  hierbei unverändert gleich, während  $PCR_y$  variieren kann. Damit ändert sich der Winkel  $\varphi$  zwischen der Mittenebene durch die Längsachsen  $L_{12}$ ,  $L_{13}$  und die Achse  $Y$  und dem Radialstrahl  $RS$  aus der Gelenkmitte  $M$  durch die Kugelmitte  $K$  geringfügig.

20



Um die erfindungsgemäße Symmetrie der Kugelbahnen exakt aufrechtzuerhalten, müssen die Krümmungsmittelpunkte  $M_{1i}$  und  $M_{1a}$  bzw.  $M_{2i}$  und  $M_{2a}$  in Ebenen liegen, die durch die Radialstrahlen  $RS_1$ ,  $RS_2$  und die Längsachsen  $L_{12}$ ,  $L_{13}$  aufgespannt werden.

25

30

Gemäß der hier gezeigten Ausführung liegen daher die Mittelpunkt  $M_{1i}$  und  $M_{1a}$  jeweils in einer Ebene, die parallel zu den Ebenen liegt, die die Bahnmittellinien enthalten. Damit wird zwar die Wirkungslinie (Symmetrieachse des Bahnquerschnittes) nicht mehr in jeder Stellung exakt durch den Gelenkmittelpunkt  $M$  gehen, sondern durch einen Mittelpunkt  $M'$ . Die Abweichung  $a$  zwischen den beiden Ebenen ist hierbei relativ klein. Sie errechnet sich

$$a = (PCR_y(\beta) - PCR_y(0)) \cdot \sin\varphi_0$$

und die Abweichung der Symmetrieebene des Kugelbahnquerschnittes zum Radialstrahl beträgt

5  $\Delta\delta \approx a/PCR[\text{rad.}]$ .

In Figur 8 sind gleiche Einzelheiten wie in Figur 4 mit gleichen Bezugsziffern belegt. Hierbei ist die Auswirkung der in Figur 7b dargestellten Kugelbewegung bei Gelenkbeugung für die Kugel 14, übernommen worden. Während die Mittellinien der Kugelbahnen immer in den Ebenen E1, E2 verlaufen, verlagern sich die Symmetrieebenen der Bahnquerschnitte, die nicht mehr durch die zweiten Radialstrahlen RS1, RS2 definiert werden, die sich im Gelenkmittelpunkt M schneiden, sondern durch die dazu parallelen Symmetrieachsen ES<sub>1</sub>, ES<sub>2</sub>, die sich im Punkt M' in der Radialebene R1 schneiden. Der Bahnmittelpunkt M<sub>10</sub> verlagert sich in der Ebene E1 in den Bahnmittelpunkt M<sub>1</sub>. Ein Radialstrahl vom Gelenkmittelpunkt M bzw. der Längsachse durch den Bahnmittelpunkt weicht vom Radialstrahl RS1 um den Winkel  $\Delta\delta$  ab. Der Abstand zwischen den Mittelpunkten M, M' und M<sub>10</sub>, M<sub>1</sub> ist mit  $\Delta PCR_y$  bezeichnet.

20 In Figur 9 sind die Winkelverhältnisse aus Figur 8 in vergrößerter Einzelheit dargestellt.

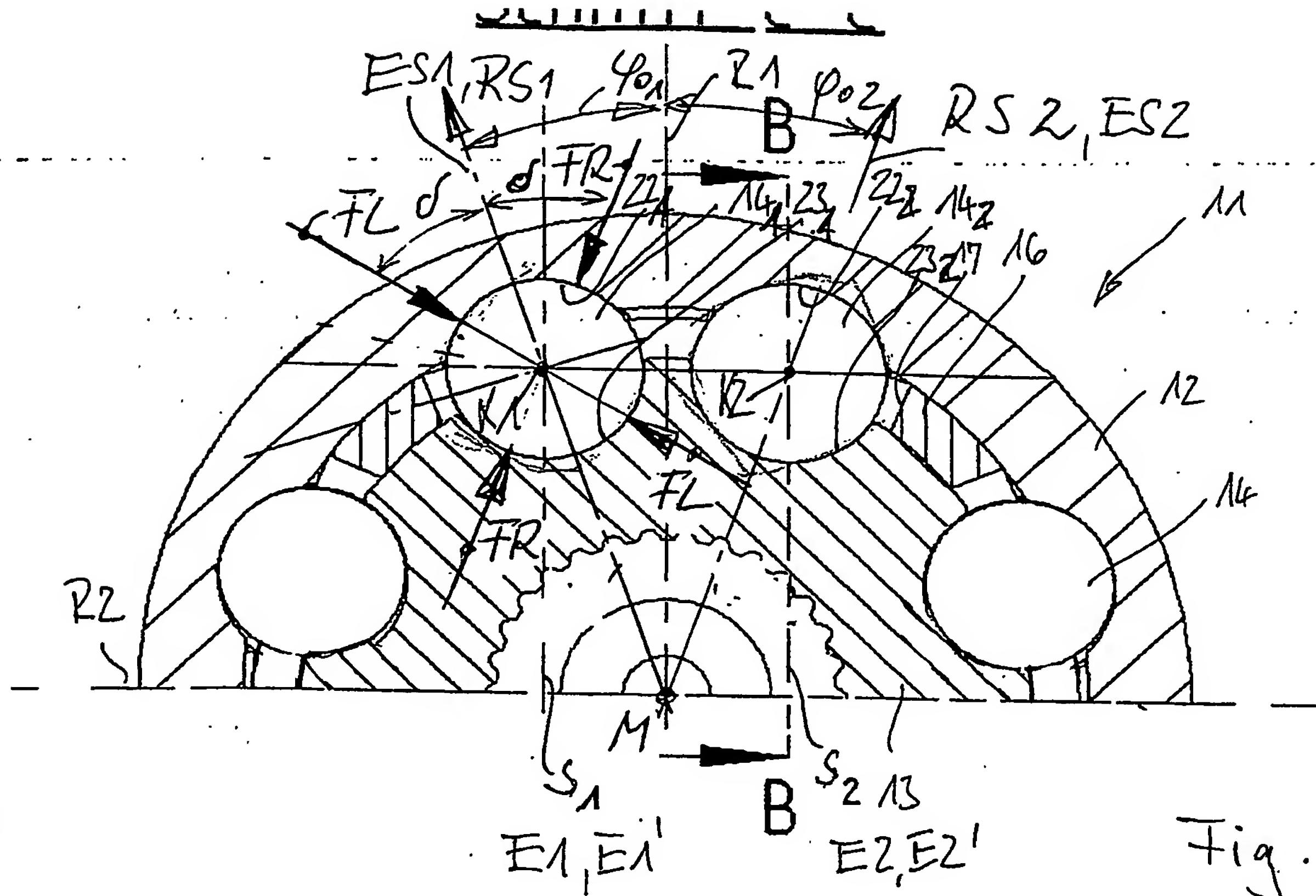


Fig. 1a

## Schnitt B-B

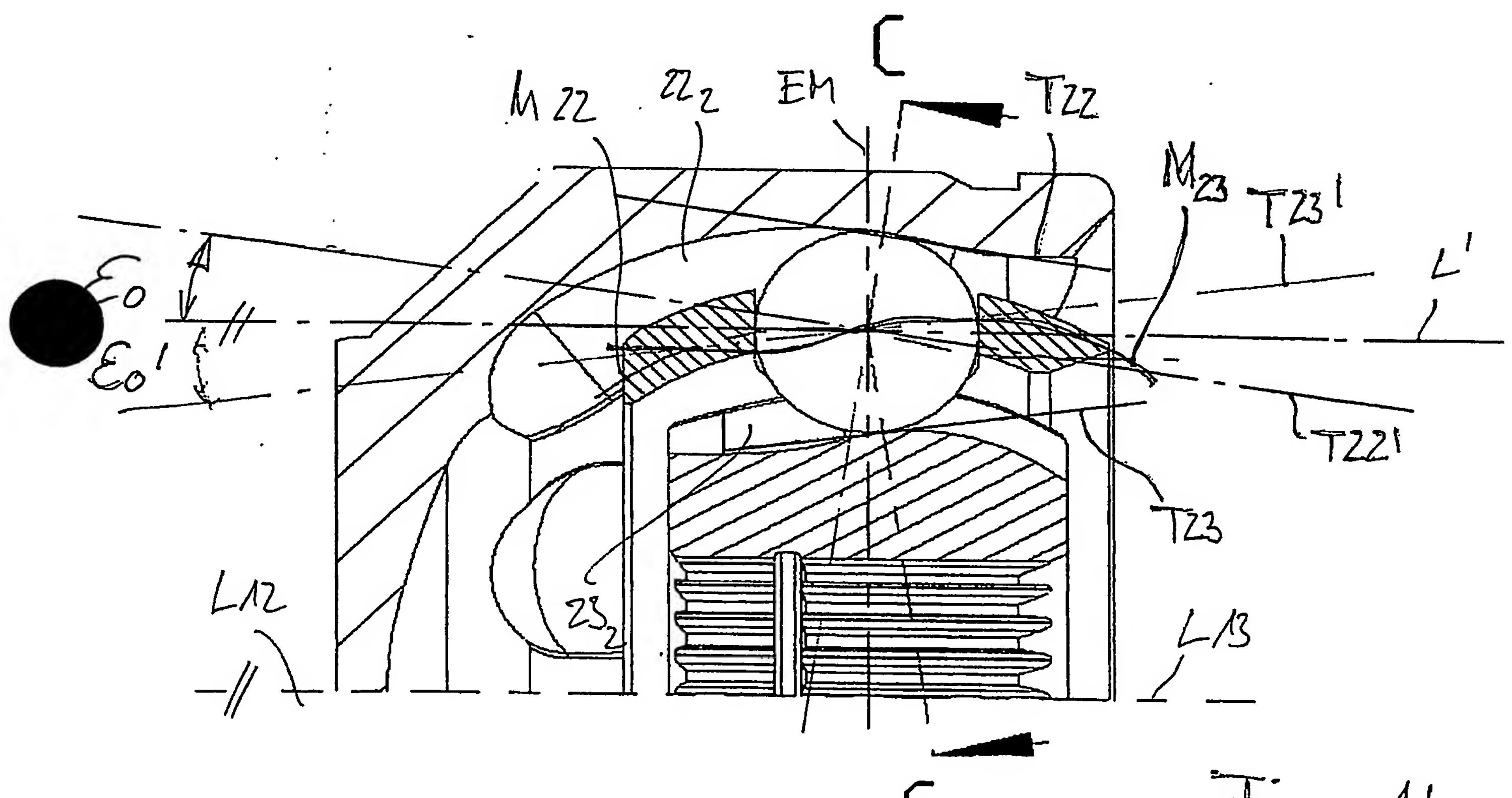


Fig. 16

Fig. 2b

A-A', B-B

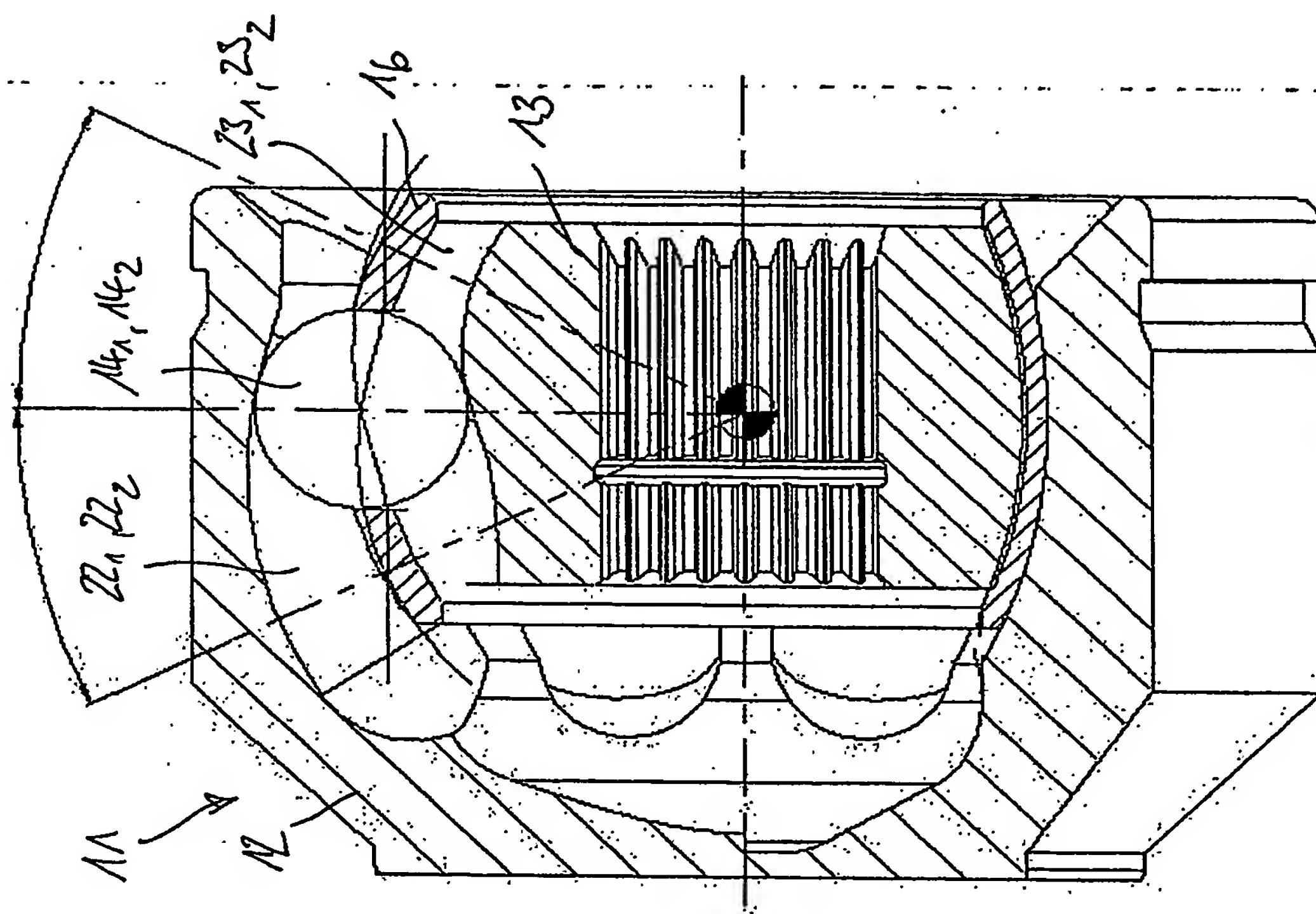
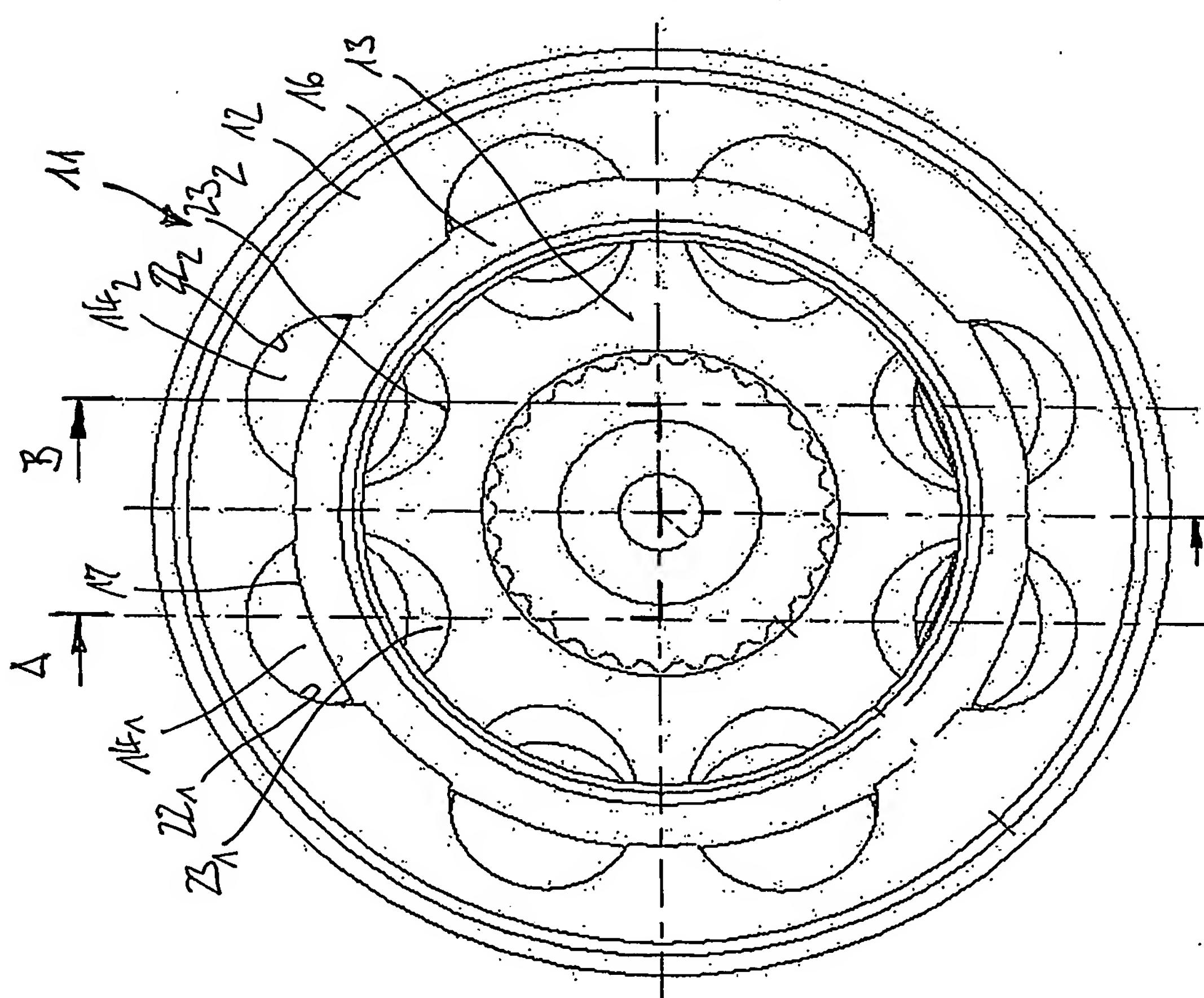


Fig. 2a

A, B



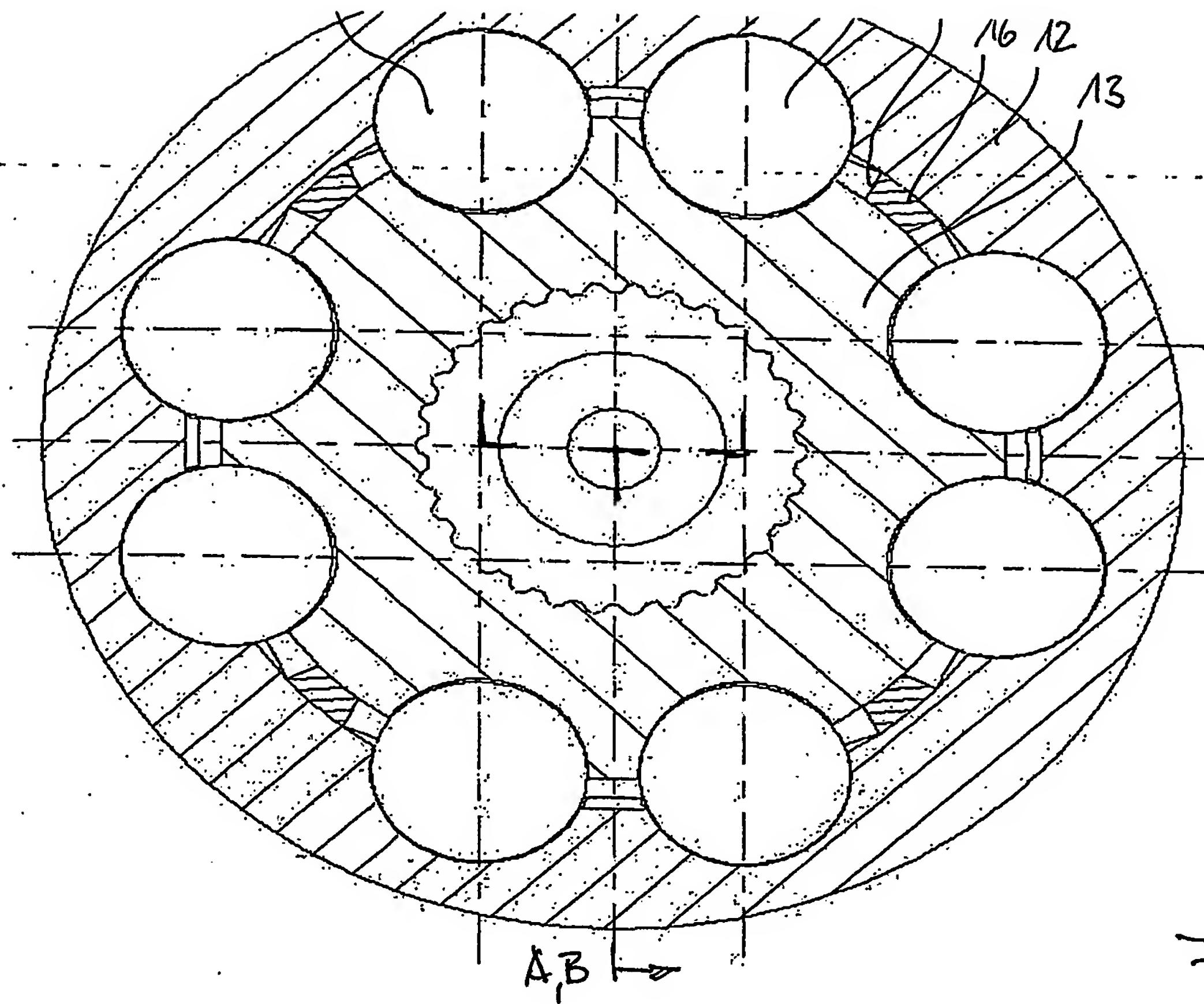
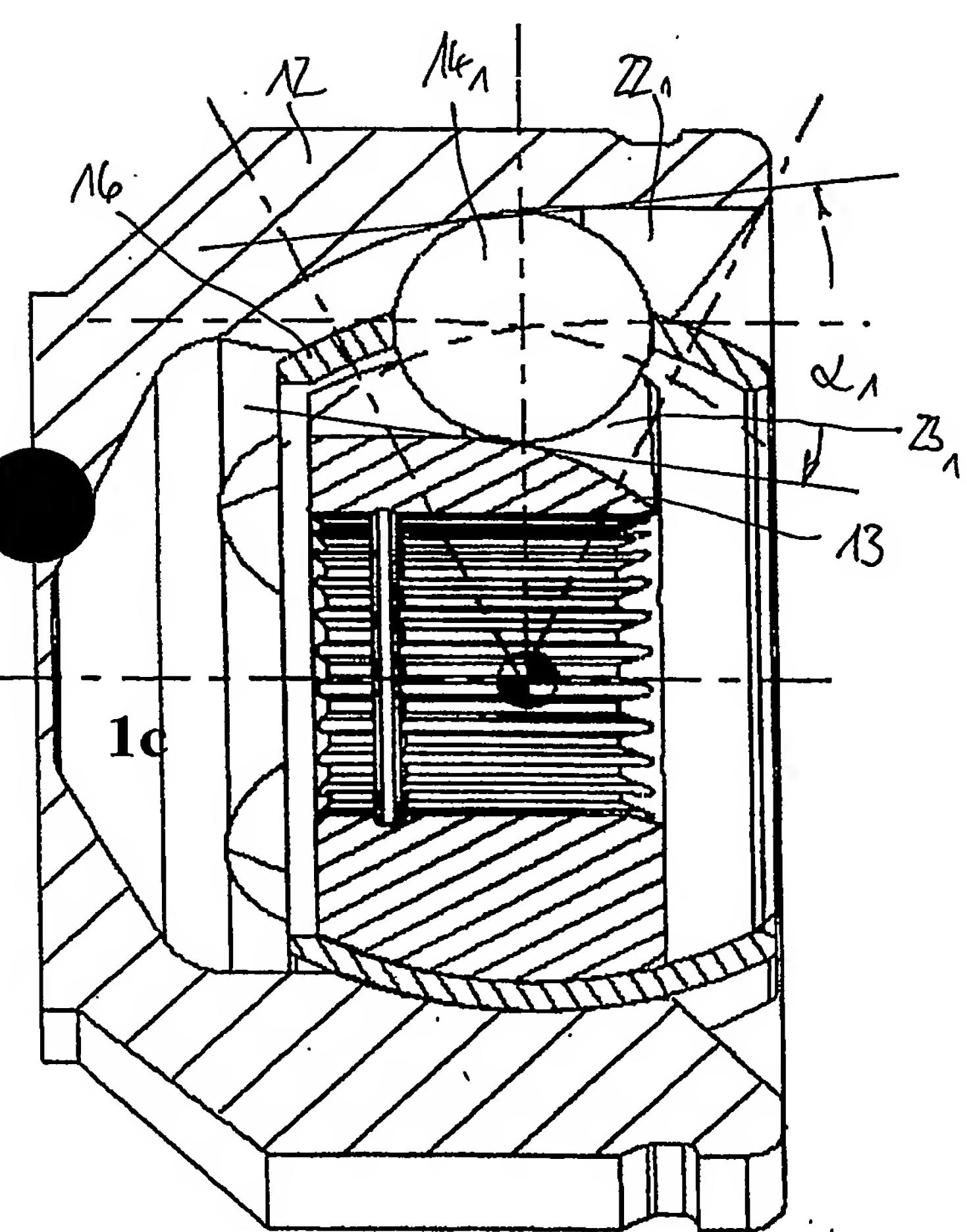
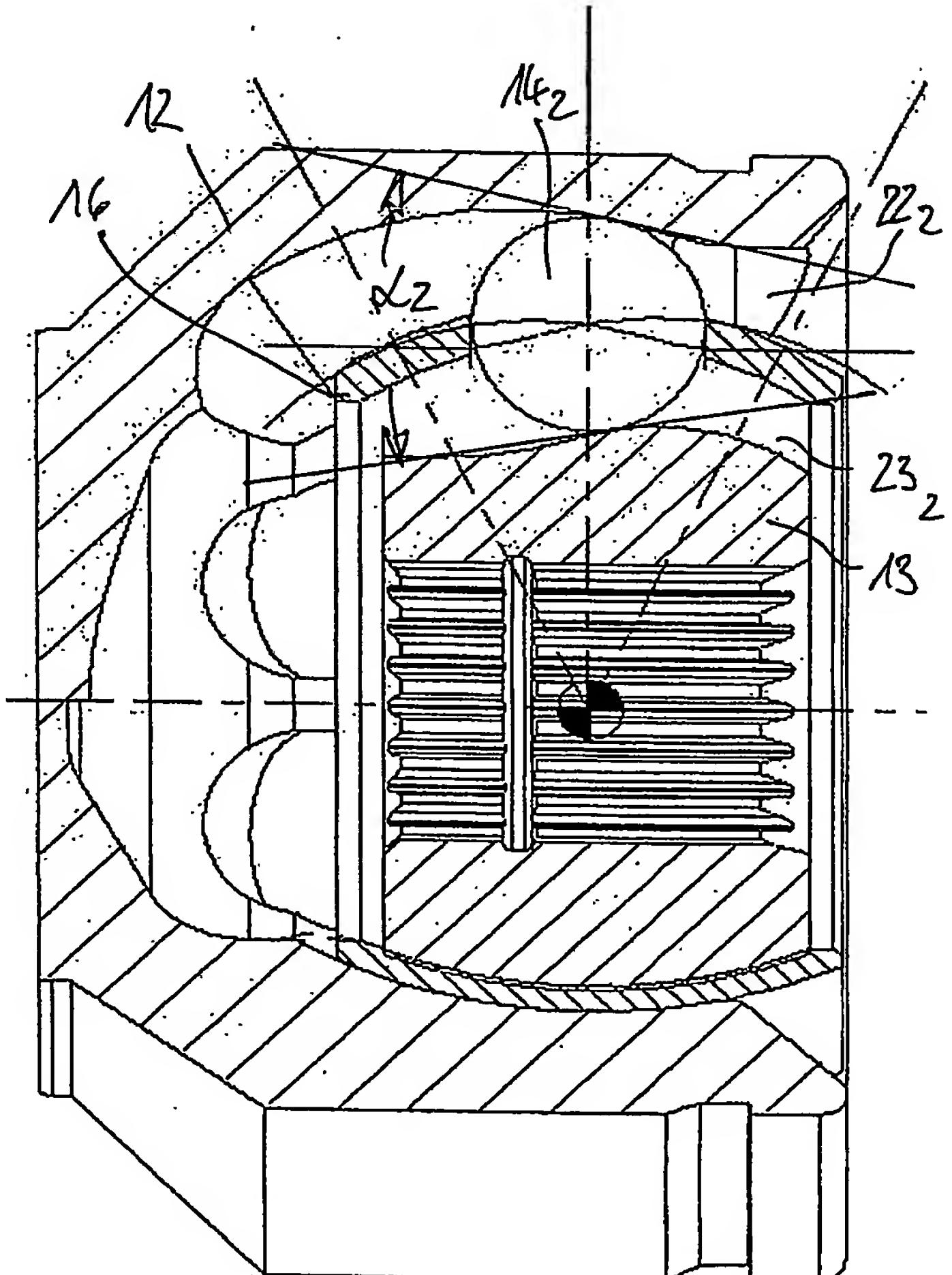


Fig. 3a



A-4



B-B

Fig. 3b

Fig. 3c

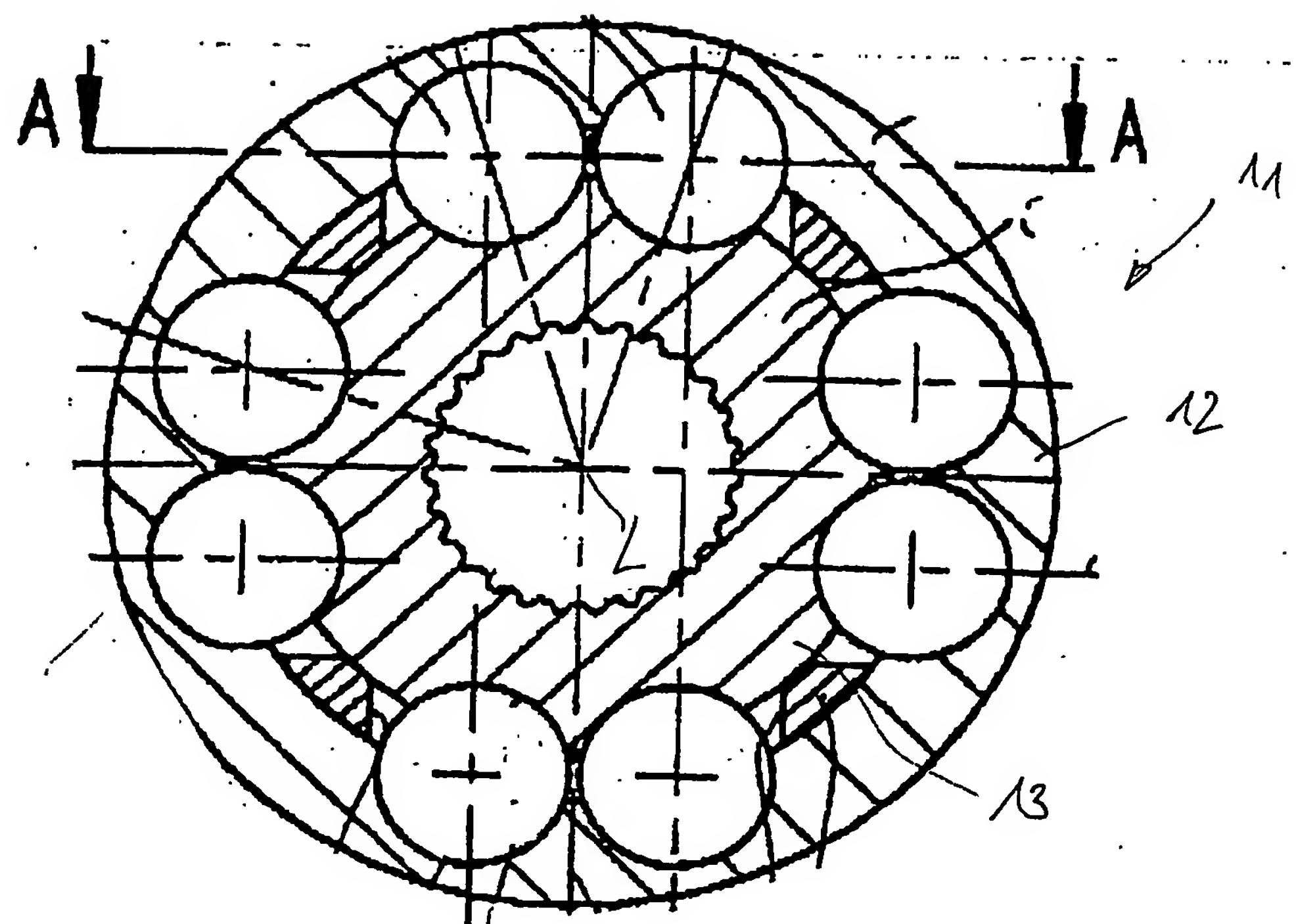


Fig. 4a

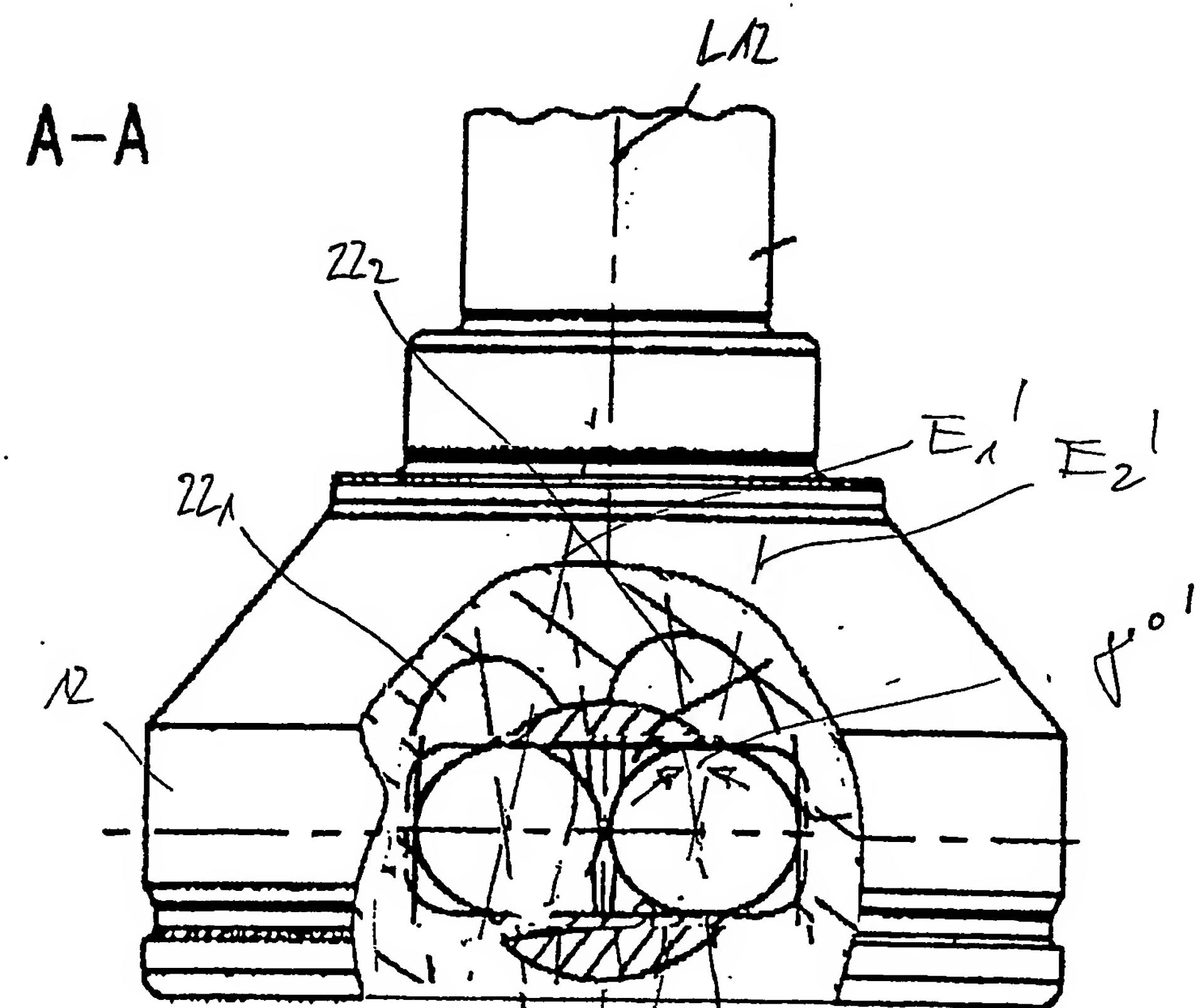


Fig. 4b

$M_{23}^{1}, T_{23}^{1}, T_{23}^{1}, T_{23}^{1}$   
 $M_{23}^{1}, T_{23}^{2}, T_{23}^{2}$   
 $M_{23}^{2}, T_{23}^{1}, T_{23}^{1}$   
 $M_{23}^{2}, T_{23}^{2}, T_{23}^{2}$   
 $f_0$   
 $E_1' \parallel L3 E_2$   
 $T_{22}^{1}, h_{22}^{1}$   
 $T_{22}^{1}, T_{22}^{2}, h_{22}^{1}$   
 $T_{22}^{2}, T_{22}^{1}, h_{22}^{2}$

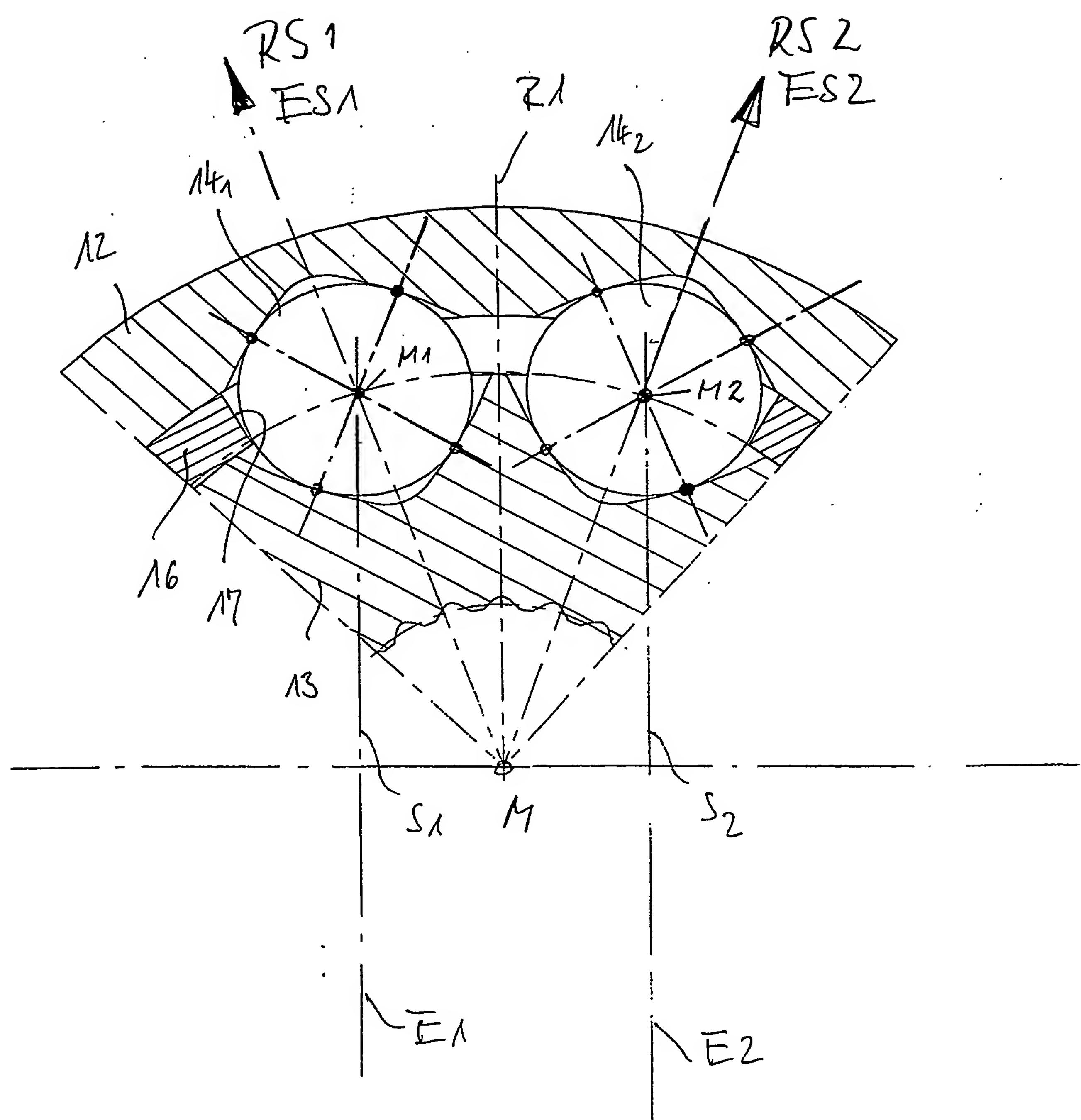


Fig.5

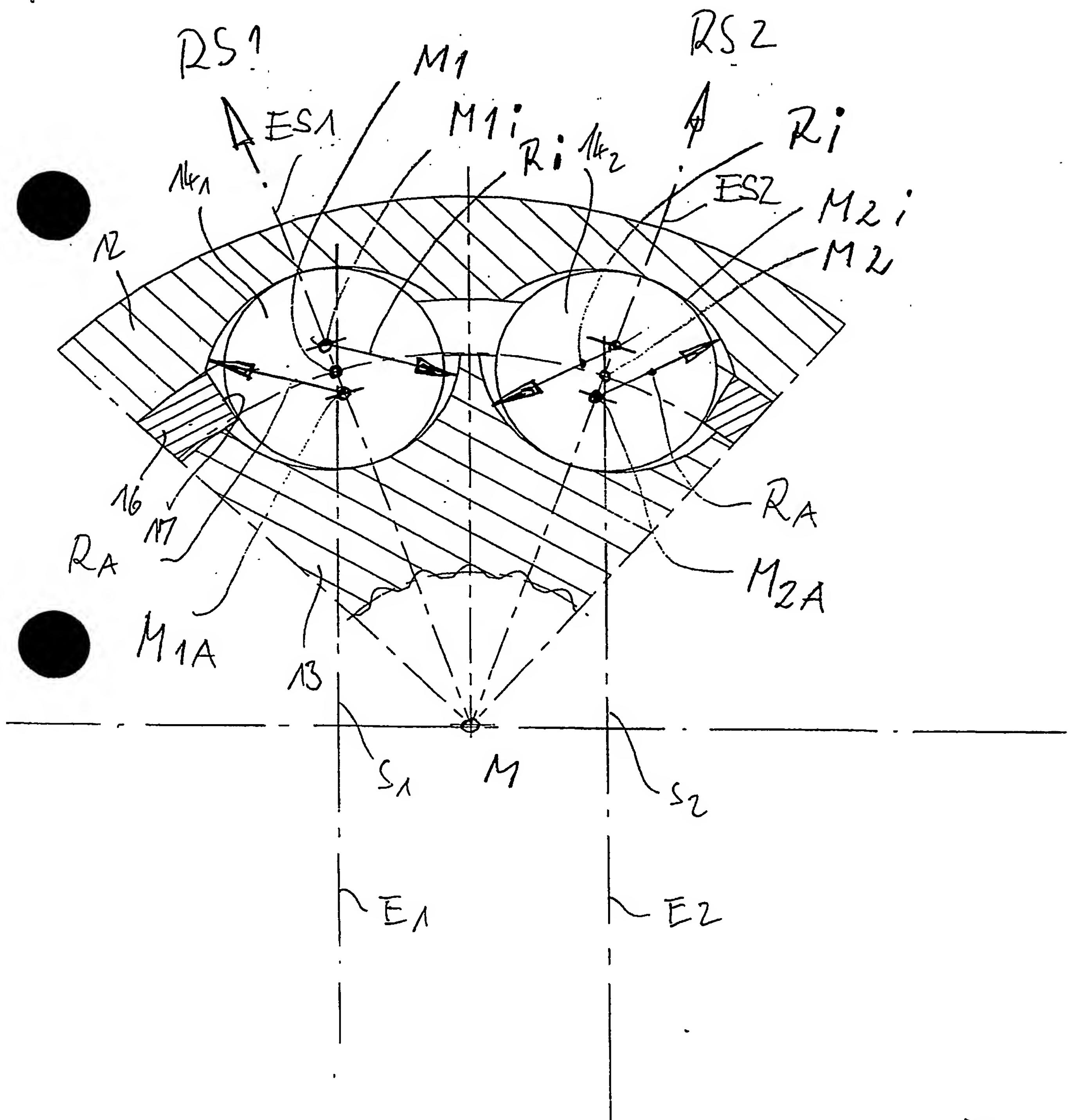


Fig. 6

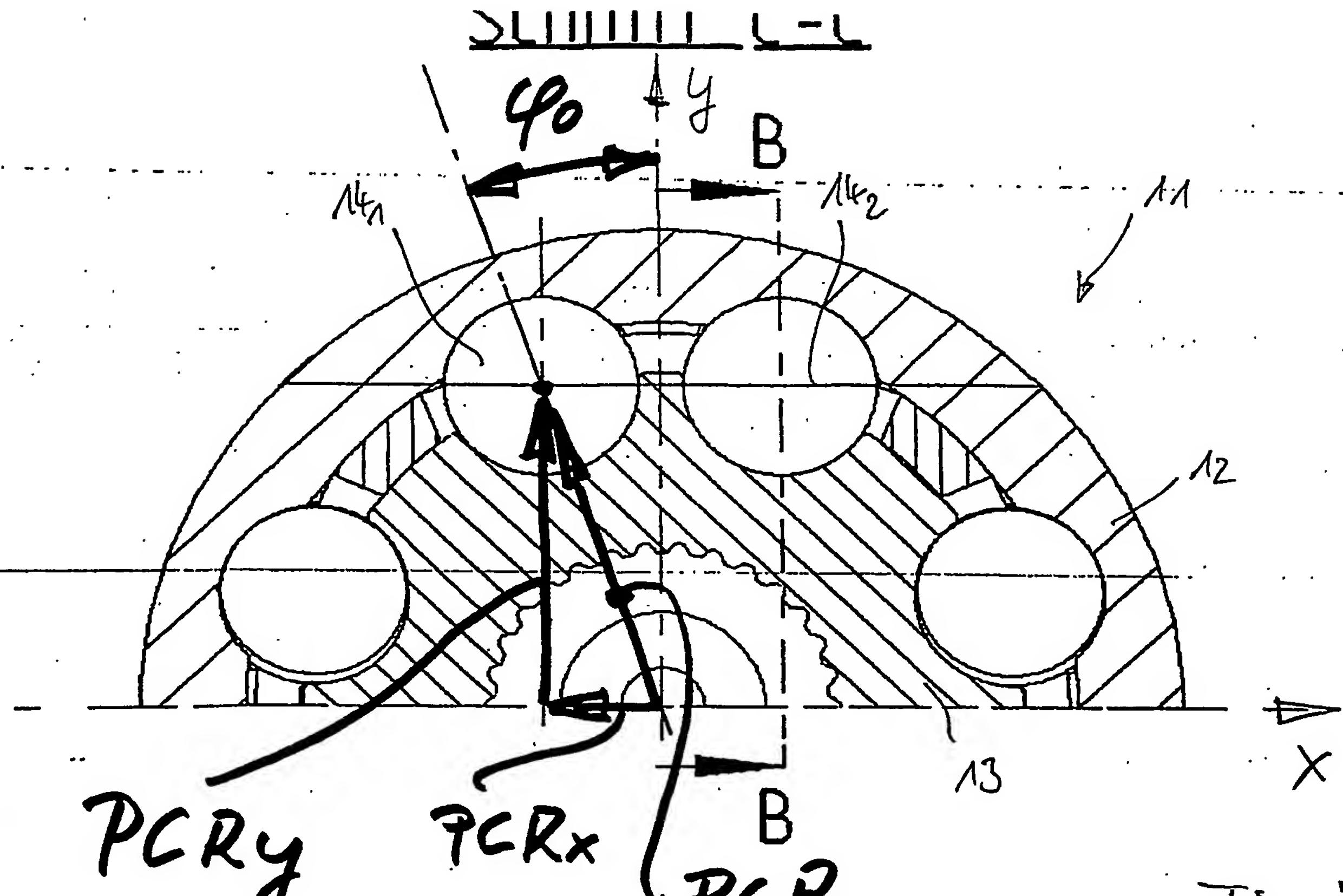


Fig. 7a

Schnitt B-B

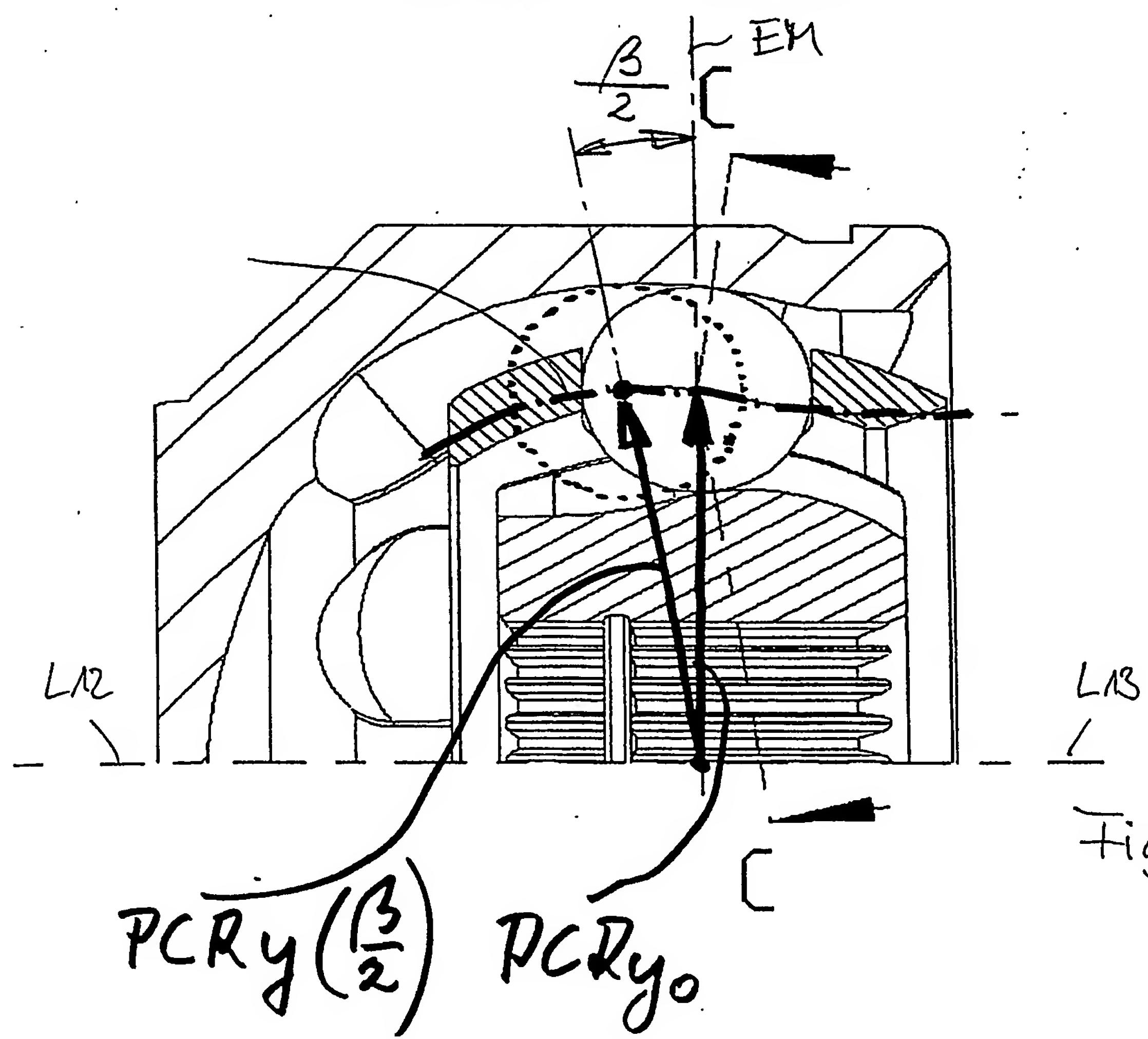


Fig. 7b

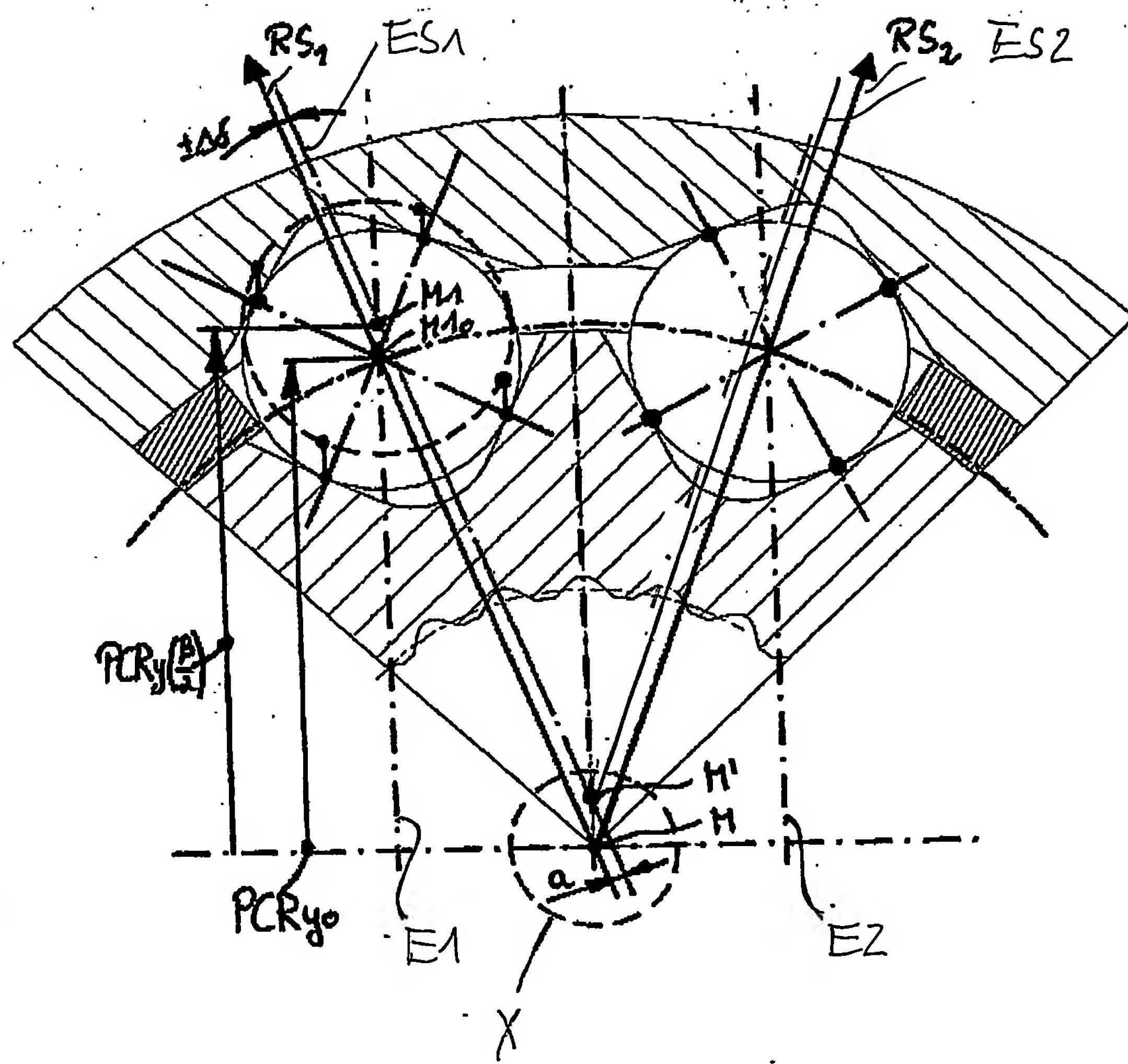


Fig. 8

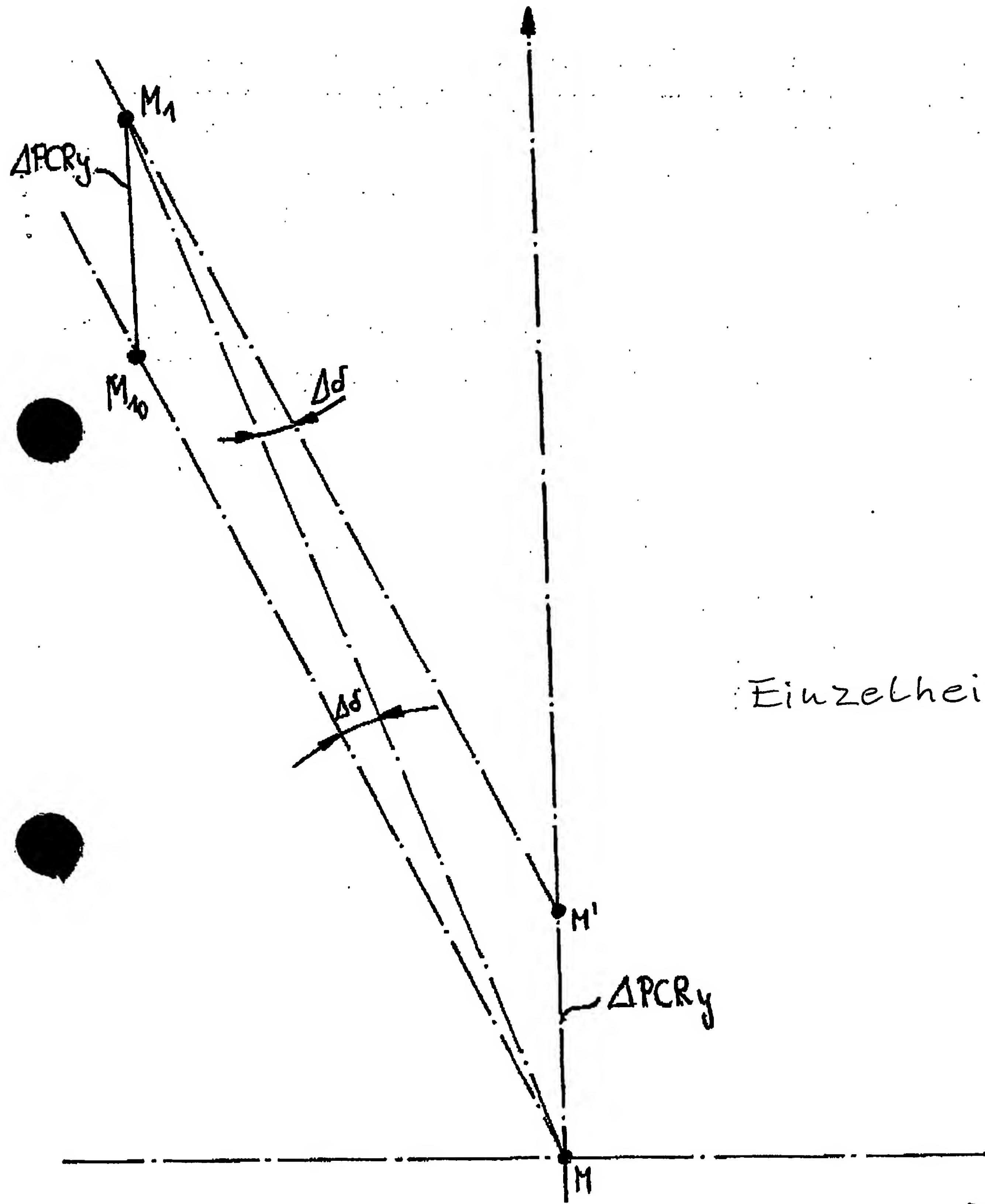


Fig. 9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**